Beitrag

zur

Kenntnis des Rhäts in Schwaben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen

vorgelegt von

OTTO LOERCHER

aus Cannstatt.

Sonder-Abdruck aus den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Jahrgang 1902.

STUTTGART.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann).

1902.

Beitrag

zur

Kenntnis des Rhäts in Schwaben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen

vorgelegt von

OTTO LOERCHER

aus Cannstatt.

Sonder-Abdruck aus den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Jahrgang 1902.

ACAD.
GD.BAT.
BIBL.

STUTTGART.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann).

1902.

Von der Fakultät angenommen
am 18. Januar 1902.

Beitrag zur Kenntnis des Rhäts in Schwaben.

Von **Otto Lörcher** aus Cannstatt.

Die rhätische Bildung Schwabens hat als Grenzhorizont zwischen den bei uns so verschiedenartigen und jede in ihrer Weise paradigmatisch gewordenen Formationen Trias und Jura von jeher das Interesse der Geologen in hervorragender Weise in Anspruch genommen. Durch zahlreiche Funde und Untersuchungen ist festgestellt, dass sie zur Zone der *Avicula contorta* gehört, also mit den Kössener Schichten der Alpen zu parallelisieren ist. Wollte man aber in den südlichen Alpen, z. B. am Mte. Crucione (Benetobel) oder im Val Sorina, die Grenze gegen den Lias aufsuchen, so würde man den grössten Schwierigkeiten begegnen, und auch in anderen Gegenden ist sie häufig verwischt, so in England (Bristol) und bei Liestal in der Nähe von Basel. Für den modernen Geologen liegt darin gar nichts Absonderliches, denn die Kataklysmentheorie ist überwunden und schon lange ist klar erkannt, dass die Schnitte, welche die Geologie zur übersichtlichen Einteilung ihres ungeheuren Stoffes legen muss, nur lokal wirklich verschiedene Abschnitte in der Gesteinsbildung voneinander trennen und trennen können. So kann an den ebengenannten Orten in den Alpen, wo während der Triaszeit schon dasselbe offene Meer stand, wie nachher in der Jurazeit, natürlich von einem Schnitt keine Rede sein, während im germanischen Becken, wo der Übergang von Trias zu Jura das Aufhören des brakischen Charakters und die beginnende Herrschaft der Hochsee bedeutet, ein solcher scharf ausgeprägt sein muss. Hier haben wir eine wirkliche Grenze, und wenn sich der sammelnde Geologe durch die fast fossilleeren Schichten des Keupers durchgearbeitet hat und sich nun plötzlich der überreichen Fauna des Lias gegenübersieht, kann er nicht im Zweifel sein, dass mit dem Eindringen

des Meeres, welches diese Gesteine ablagerte, für unsere Gegend eine neue Aera begonnen hat.

So klar dieser Gegensatz zwischen Keuper und Lias im allgemeinen zu Tage tritt, so schwer ist es, genau die Grenze anzugeben, denn hier schiebt sich eben die rhätische Bildung ein, nicht überall deutlich entwickelt und innerhalb ihres Verbreitungsgebiets ausserordentlich wechselnd. Hauptsächlich die Fossilführung ist ganz auf einzelne Punkte beschränkt, und wer an einem Orte, wie z. B. Pfrondorf, wo diese Sandsteine gar keine bestimmbaren organischen Reste führen, die Grenze gegen den Lias bestimmen wollte, der würde sich kaum bedenken, diese erst über dem rhätischen Sandstein zu legen. Dagegen haben die Fossilien, welche sich an einzelnen Orten, vornehmlich in Täbingen und am Steineberg bei Nürtingen in den Sandsteinen finden, diese in scharfen Gegensatz zu den darunterliegenden Keupergliedern gebracht, denn es sind wieder echte Meeresmuscheln, wie sie seit der Lettenkohle mehr und mehr aus der germanischen Trias verschwunden sind. Die Gelehrten, welche die Fossilien zuerst untersucht haben und damit ein Urteil über die stratigraphische Stellung des Rhäts fällen konnten, sind zu verschiedenen Ansichten gelangt. Ursprünglich konnte man den Rhätsandstein meist nicht vom Angulatensandstein auseinanderhalten, bis 1834 v. Alberti in seiner Monographie zunächst für Schwaben nachwies, dass über den obersten Keupermergeln noch einmal ein Sandstein vorkommt, der durch seine Petrefakten, von denen v. Alberti mehrere Exemplare bei Täbingen fand, sich als verschieden von den untersten Sandsteinen des Lias erweist. In Norddeutschland war es v. Strombeck[1], welcher in Braunschweig, und Terquem, der in Luxemburg nachwies, dass es auch dort unter der Psilonotenbank resp. den Cardinienschichten des unteren Lias einen Sandstein giebt, der keine Muscheln führt, und nun wurde dieser, besonders nach den Ausführungen Quenstedt's im „Jura", als selbständiges Formationsglied isoliert. Die Bearbeiter der Fauna sind zu verschiedenen Ansichten gelangt: v. Alberti fand, dass die Konchylien nahe Verwandtschaft zu triasischen Formen zeigen, während er die Wirbeltierreste des Bonebeds, das er bei Täbingen über dem „versteinerungsreichen Sandstein" fand, für verschieden von den triasischen erklärte. Er zieht daher dieses, das an jenem Fundort auch kalkiges Bindemittel hat, zum Lias, während er den Sandstein als

[1] A. v. Strombeck, Über den oberen Keuper etc. der Gegend von Braunschweig. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1852, p. 68.

obersten Keupersandstein bezeichnet. Gerade auf die umgekehrte Anschauung kam aber Quenstedt, der in seinem „Flözgebirge“ sich folgendermassen ausspricht: man findet „eine kleine *Modiola (minuta)*, der Form nach wie Schlotheim's *Mytilus modiolatus*, welcher bisher nie gesehen, der Juraformation aber besonders eigentümlich ist; eine glatte *Avicula*, die, wenn sich ihre Schlossflügel erhalten haben, uns an Juraformen erinnert, auch lässt der gänzliche Mangel an doppelter Krümmung gar keinen Vergleich mehr mit *Gervillia socialis* zu; mehrere Myaciten, aber nicht mehr jene dünnschaligen des Muschelkalks, sondern äusserst dickschalige, mit starken Muskeln und Zähnen bewaffnete Formen, die wir weiter oben unter Dr. Berger's Namen *Thalassites* an die Spitze der Leitmuscheln des unteren Lias stellen müssen.“ Diese Worte lassen keinen Zweifel darüber, dass Quenstedt nach den Muscheln allein geneigt war, das Rhät dem Lias anzugliedern; wenn er dies dennoch nicht that, so mag er hauptsächlich durch die Petrefakten des Bonebeds dazu geführt worden sein, die er im Gegensatz zu v. Alberti für ausgesprochen triasisch und eng an die des Lettenkohle-Bonebeds anschliessend erklärte. Im „Jura“ dann, wo durch die reichen Muschelfunde am Steineberg bei Nürtingen erst die Möglichkeit für eine sicherere Entscheidung gegeben war, lässt Quenstedt die Frage insofern offen, als er sich begnügt, durch die Beinamen *„posterus“* und *„praecursor“* die *Janus*-artige Natur der Petrefakten, wie Deffner und Fraas sagen, und damit die Zwischenstellung dieser Sandsteine zu bezeichnen.

Welcher alpinen Schicht sie entsprechen, war lange unsicher. Quenstedt dachte noch im „Jura“ an eine Parallelisierung mit den Schichten von St. Cassian wegen der ähnlichen Gervillien, die sich in beiden finden. Der grosse Komplex der St. Cassian-Schichten wurde aber allmählich in zwei Abteilungen getrennt, eine untere, von St. Cassian, und eine obere, die Kössener Schichten. Oppel und Suess wiesen nun durch mehrere Untersuchungen unzweifelhaft nach, dass unser Bonebedsandstein das Äquivalent der Kössener Schichten ist, mit denen er hauptsächlich *Avicula contorta*, *Pecten valoniensis* und *Cardium rhaeticum* gemein hat und deshalb in der „Zone der *Avicula contorta*“ zusammengefasst wird, für welche durch Gümbel der Name „Rhät“ eingebürgert wurde. Damit schien nun die Frage, ob unser Bonebedsandstein dem Keuper oder Lias zuzuziehen sei, ihrer Lösung näher gerückt, denn man konnte ihm durch die Analogie mit den Kössener Schichten seine Stellung zuweisen, aus denen ein weit grösseres Untersuchungsmaterial zur Verfügung

stand. Aber über deren Stellung selbst herrschten ebenso Meinungsverschiedenheiten; die österreichischen Geologen fanden in ihrer Fauna mehr Anklänge an den Lias, die schweizerischen mehr an die Gruppe von St. Cassian. Die Ammoniten allerdings, welche sich im alpinen Rhät finden, sind nach Pompeckj[1] grösstenteils die Endglieder triasischer Familien, welche hier aussterben. Das Vorkommen von Phylloceratiten schon in der Trias zwang aber Pompeckj zu dem Schluss, dass zur Rhätzeit Formen existiert haben müssen, die eine Brücke zwischen der triasischen und der liasischen Ammonitenfauna bilden, und nur bis jetzt noch nicht bekannt sind. Ihre Auffindung, vielleicht in Asien, würde allerdings an dem Allgemeincharakter der uns bekannten rhätischen Ammonitenfauna wenig ändern; aber muss man sich nicht sagen, dass eine Fauna, wo so wichtige Formen noch unbekannt geblieben sind, überhaupt zu wenig erforscht ist, um die Stellung ihrer Schichten mit Sicherheit angeben zu können?

Oppel[2] selbst sagt nach Abschluss seiner Untersuchungen: „Wenn wir die Grenzlinie zwischen Trias und Jura über den *Contorta*-Schichten und unter der Zone des *Ammonites planorbis* hindurchziehen, so dürfen wir diese Art der Abtrennung als eine durch paläontologische Thatsachen so vollständig gerechtfertigte betrachten, wie dies bei den übrigen Formationen wohl selten in gleich sicherer Weise auszuführen möglich sein wird.“ Dies ist sehr bestimmt gesprochen, aber fussend auf eben diesen Untersuchungen von Oppel und Suess kam Rolle[3] gerade auf die entgegengesetzte Ansicht. Er sagt: „Die 1856 von den Herren Oppel und Suess veröffentlichte Arbeit hat inzwischen noch weiter beigetragen, den gelben Keupersandstein nebst dem Bonebed in paläontologischer Hinsicht dem unteren Lias mehr als dem oberen Keuper zu nähern“ und „die im Sandstein gelegenen Schaltierarten, welche die Herren Oppel und Suess beschrieben und in welchen sie Arten des Kössener Alpenkalkes erkannten, lassen nur eine Beziehung auf unteren Lias zu. Die *Trigonia postera* scheint allein unter den Mollusken dieser Region einem Typus tieferer Schichten zu entsprechen.“ Nun findet sich allerdings, insbesondere auf dem Stromberg bei Böblingen auch eine

[1] Pompeckj, Die Ammoniten des Rhät. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1895. II.

[2] Oppel, Die neueren Untersuchungen über die Zone der *Avic. cont.* Württ. Jahreshefte 1859.

[3] Dr. F. Rolle, Über einige an der Grenze von Keuper und Lias auftretende Versteinerungen. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1858.

Anodonta, die an einen früheren Typus anzuschliessen scheint, aber man sieht doch, dass es sehr von der subjectiven Wertschätzung der einzelnen Momente abhängt, wohin man das Rhät ziehen will, und wird daher gut thun, sich auf den Standpunkt von Deffner und Fraas[1] zu stellen, welche „infolge vielfacher genauer Untersuchung auf eine Entscheidung verzichten mussten". Es giebt eben bei der kontinuierlichen Weiterentwickelung der Faunen keine Grenzlinie zwischen zwei Formationen, und der scharfe Gegensatz, welcher für uns jetzt in den Begriffen „triasisch" und „liasisch" liegt, leitet sich jedenfalls nur daraus her, dass bei uns, im germanischen Becken, wo diese Namen entstanden sind, thatsächlich ein Schnitt in den Gesteinsablagerungen vorhanden ist, der erst nachträglich paläontologisch sanktioniert werden sollte. Dieser Schnitt ist aber eben durch das Eindringen des Meeres in unser öfter brackisches Becken hervorgerufen, und dass dies vor der Ablagerung des Rhäts vor sich ging, beweist der marine Charakter seiner Fossilien. Wenn man also die Ansicht von der kontinuierlichen Weiterentwickelung der Faunen ins Extrem treibt und auf die paläontologische Sanktionierung der Grenzlinie verzichtet, so wäre es logische Konsequenz, das Rhät dem Jura anzugliedern. Wenn man aber auf dem Standpunkt steht, dass auf dem Wege der natürlichen Entwickelung ein Plus von Charakteren der Fauna nach einer Seite sich herausbilden und eine scharfe Grenze geben kann, wie dies Oppel für Trias und Lias ausspricht, so könnte das Rhät wohl (eventuell) zur Trias gezogen werden, ob man es aber geradezu dem Keuper angliedern darf, ist noch sehr die Frage. Wenn es, wie Brauns[2] sagt, in den Jura heterogene Elemente hineinbringen würde, so wäre dies bei einer Zuziehung zum Keuper noch viel mehr der Fall, wo die Entwickelung doch in dem Sinne vorwärts schreitet, dass die Verbindung mit dem offenen Meer mehr und mehr aufhört. An die spärlichen Konchylien des Keupers schliessen die rhätischen auch in keiner Weise an, vielmehr geht aus diesen hervor, wie Quenstedt in seinem „Flözgebirge" ausführt, dass, während bei uns die petrefaktenarmen Schichten des Keupers abgelagert wurden, sich anderorts die Meeresgeschöpfe verändert haben. Eine Zuziehung zum Keuper ist demnach durch gar nichts zu begründen und man müsste, den Namen „Trias" damit seiner Bedeutung beraubend, das Rhät als gleich-

[1] Deffner u. Fraas, Die Juraversenkung von Langenbrücken. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1859.

[2] Brauns, Der untere Jura Nordwestdeutschlands. 1871.

wertige 4. Abteilung neben deren drei Glieder setzen, wenn man sich genötigt sehen würde, das Rhät der Trias einzureihen. Aus der Molluskenfauna ist dies nicht zu entscheiden, dagegen zeigen die Wirbeltierreste, die sich in grosser Menge finden, überwiegend Beziehungen zur Trias. Allein in einem Stück[1] mit diesen triasischen Zähnchen hat Rolle, wie er in obenerwähnter Abhandlung berichtet, sicher liasische Fossilien, wie z. B. *Ammonites Hagenowi*, auf der Waldhäuser Höhe bei Tübingen gesammelt, und die *Hybodus*-Reste gehen bekanntlich noch weit in den Lias hinauf. Rolle hat daraus mit Recht geschlossen, dass die Wirbeltierfauna sich nicht so rasch änderte und deshalb diese Zähne nicht den gleichen stratigraphischen Wert besitzen, wie die Mollusken; einer Zuziehung des Rhäts zur Trias kann also auch hiedurch keine Berechtigung verliehen werden.

Ebensowenig ist aber aus dem unbestritten liasischen Charakter seiner Flora eine Angliederung an den Lias zu rechtfertigen, da in Betreff der Pflanzen allgemein anerkannt ist, dass sie nur aushilfsweise als Leitfossilien dienen können, weil ihre Entwickelung durchaus nicht gleichen Schritt hält mit der der Tiere.

Gegenwärtig zählt man bei uns das Rhät fast durchweg zum Keuper. Das Fehlen von Fossilien an den meisten Orten dürfte wohl hauptsächlich dazu geführt haben und die petrographische Beschaffenheit, welche, wenigstens in der Sandsteinfacies, mehr an den Keuper erinnert. Ob nicht aber auch stratigraphische Beobachtungen oder Erwägungen sicherere Anhaltspunkte für die Stellung unseres Rhäts geben, das soll Gegenstand vorliegender Untersuchung sein.

Bekanntlich ist das schwäbische Rhät da, wo es deutlich entwickelt ist, eine Sandsteinbildung. Ein Blick auf die geognostische Karte von Württemberg zeigt aber, dass dies an verhältnismässig wenigen Orten der Fall ist. Ob nun thatsächlich an allen den Punkten, wo nach der Karte Lias auf Knollenmergel liegt, das Rhät fehlt, ist damit nicht entschieden. Denn erstens ist durch einige mehr oder weniger starke Lettenstreifen unter den Kalken des Lias

[1] Pompeckj (l. c.) meint, der *Ammonites Hagenowi* stamme zweifellos aus dem Psilonotenkalk und nicht aus dem Bonebed. Rolle erwähnt aber ausdrücklich, dass er die Mollusken überall auf der Waldhäuser Höhe in einem Stück mit Bonebed gefunden habe und dies kann nicht so ohne weiteres übergangen werden. Man muss ja aus dieser Thatsache auch nicht schliessen, dass der *Ammonites Hagenowi* rhätisch sei, sondern sie weist, wie auch andere Beobachtungen, nur darauf hin, dass dieses Bonebed sich eng an den Lias anschliesst.

wohl überall noch eine Zwischenbildung zwischen diesen und dem Knollenmergel angedeutet. Zweitens findet sich z. B. im Reichenbachthal zwischen Waldenbuch und Echterdingen anstehender Rhätsandstein, wo ihn die neue Karte nicht angiebt. Dass an vielen

Skizze für die Verbreitung des Rhätsandsteins in Schwaben.

Stellen aber nur ganz untergeordnete Letten zwischen Lias und Knollenmergel auftreten, ist durch zahlreiche Profile erwiesen; man darf also wohl annehmen, dass die Karte im allgemeinen das Richtige getroffen hat, wo sie dies durch das Fehlen der Rhätsignatur andeutet. Jedenfalls ist es unmöglich, ihre Angaben, denen jahrzehnte-

lange Beobachtung zu Grunde liegt, derzeit wesentlich zu berichtigen. Es bleibt also nichts anderes übrig, wenn man sich eine Skizze von der Verbreitung des Rhätsandsteins in Württemberg machen will, als der Karte zu folgen und dabei erhält man nebenstehendes Bild. Es sind 4 grössere Sandsteinbänke, die dem Albzug vorgelagert sind, die erste um Stuttgart, Esslingen und Nürtingen, die zweite um Tübingen, die dritte um Balingen und die vierte um Täbingen. Zwischen diesen, sowie überall gegen die Alb zu fehlt der Sandstein und finden sich unter der Psilonotenbank mehr oder weniger mächtige Letten. In dem Gebiet zwischen der 1. und 2. Bank finden sich noch mehrere Sandsteininseln, wie am Steineberg bei Steinenbronn und am Reichenbachthal; ein Zusammenhang zwischen ihnen ist aber nicht sicher. Ebensowenig konnte ich in der sehr wechselnden Mächtigkeit dieser Sandsteine irgend eine Gesetzmässigkeit finden, wie sie z. B. beim Schilfsandstein so viel zu dessen Erklärung beigetragen hat. Der Rhätsandstein wechselt eben so rasch und so oft, dass viel mehr Profile aufgeschlossen sein müssten, wollte man in dieser Hinsicht auch nur ein annähernd richtiges Bild bekommen.

Auch das einstige Niveauverhältnis anzugeben zwischen den Punkten, wo sich Sandstein ablagerte, und denen, wo dies nicht geschah, macht in unserem von Spalten und Verwerfungen durchsetzten Land grosse Schwierigkeit. Doch giebt es nach den Begleitworten zu Blatt Böblingen ein Gebiet, das kaum gestört und in Bezug auf seine tektonischen Verhältnisse auch sehr genau untersucht ist, nämlich die „Walddorfer Höhe", den südlichen Teil des Schönbuchs, der von diesem durch die „Bebenhauser—Aich-Spalte" abgetrennt ist. Hier fallen die Schichten in der Richtung des Pfeils nördlich von Hagelloch ziemlich gleichmässig ein, nur mit der einen Störung, dass der Schichtfall zuerst 2 %, dann im östlichen Teil nur mehr 1 % beträgt. Wir haben nun am Südabhang des Steinebergs in einer Weinberggrube den Rhätanfang aufgeschlossen, während über der Rosenau, beim westlichen Hammer am Südabhang des Heubergs, der Liasanfang ohne darunterliegenden Rhätsandstein zu sehen ist. Man sieht ohne weiteres, dass man sich auf dem Steineberg höher befindet, und ich habe durch oft wiederholte barometrische Messung gefunden, dass Punkt 1 am Steineberg 7 m über Punkt 2 am Heuberg liegt. Dazu kommt noch, dass der Schichtfall (2 %) vom 2. bis zum 1. Punkt 9 m beträgt, da letzterer 450 m weiter in der Richtung des Pfeils liegt, so dass also ursprünglich

Punkt 1 16 m über Punkt 2 gelegen sein muss, was folgendes Bild ergiebt:

Ganz Ähnliches findet man bei Dreispitz und Zeitungseiche, wo nach den Begleitworten zu Blatt Böblingen ebenfalls die untere Liasgrenze beobachtet wurde, und zwar am ersteren Ort mit, am letzteren ohne Rhätsandstein. Die Schichten fallen von Dreispitz bis Zeitungseiche ca. 4 m; diese liegt aber 10 m tiefer als Dreispitz, somit ursprünglich 6 m, und wir haben wieder folgendes Bild:

Die Linie von Rübgarten zu dem geologischen Hammer an der Steige Kirchentellinsfurt—Einsiedel liegt ungefähr im Streichen der Schichten und doch fand man die Liasgrenze in Rübgarten beinahe 20 m tiefer, als an obiger Steige. Man kommt also überall zu dem gleichen Ergebnis, dass die etwaige Mergelvertretung des Rhätsandsteins auf tieferem Niveau liegt, als der Sandstein selbst, und darf also wohl annehmen, dass die Berechnungen richtig sind. Es macht den Eindruck, als ob Erhöhungen im Meeresboden den Anstoss zur Ansammlung der Sandbänke gegeben haben, wie am Strand eine kleine Hervorragung den Anlass zur Bildung einer Düne geben kann.

Wie verhält es sich aber nun mit dem Auskeilen des Rhätsandsteins gegen die Alb zu? Haben wir hier dieselben oder andere Verhältnisse? Eine Untersuchung auf Blatt Tübingen giebt hierüber Aufschluss. Auf Höhe 408,5 südlich von Riedern bei Tübingen haben wir noch Rhätsandstein, während er sich östlich von Stockach auskeilt, und zwar liegt dort die Liasgrenze etwas unter 380 m. Wir hätten also auf der 4 km langen Strecke nur einen Fall von 30 m = $^3/_4$ %, was nach sonstigen Untersuchungen nicht der Wirklichkeit entspricht, sondern die Schichten fallen gegen die Alb zu viel stärker ein. Die Liasgrenze muss also hier gerade umgekehrt an den Punkten, wo der Rhätsandstein fehlt, höher gelegen sein.

als an denen, wo er vorhanden ist: das Meer hat sich offenbar gegen die Alb zu verflacht. Wir haben demnach ein Recht, unser Rhätgebiet in 3 Abschnitte zu teilen: 1. die Zone des Sandsteins, 2. die Lücken zwischen den 4 Bänken, welche dieser bildet, und 3. das ganze Gebiet gegen die Alb zu, wo kein Sandstein abgelagert worden ist. Um nun die verschiedenen Arten des Übergangs von Trias zu Jura zu studieren, möge ein Gang von Trossingen aus nach Norden, der Alb entlang, dienen.

Bei Trossingen selbst sind gegenwärtig diese Schichten nicht aufgeschlossen, doch ist mir durch die Güte von Herrn Lehrer Munz ein vor wenigen Jahren sichtbares Profil zur Verfügung gestellt worden, das ich hier folgen lasse.

Profil 1.

1—1½ m Psilonotenkalk, schwefelkiesreich.

10 cm dunkle sandige, ölige Thone mit einer Masse von Fischschuppen, Stacheln und dem zierlichen *Pentacrinus psilonoti*. Nach unten übergehend in

15 „ hellere blaue, nicht mehr sandige, fette Thone ohne Fossilien.

20—30 cm gelber Thon, von weissen Kalkmergeln durchsetzt.

Roter Knollenmergel, oben mit gelben Flecken.

Die Knollenmergel sind wohl mit dem gelben Thon abzuschliessen und die blauen Thone als Zwischenbildung zwischen ihnen und dem Lias anzusehen. Die Fischschuppen deuten das Bonebed an, das Mitvorkommen von *Pentacrinus psilonoti* zeigt aber zugleich, dass dieses, wie die ganzen Thone vom Lias nicht abzutrennen ist.

„Wenn man weiter nach Norden die Steilböschung des Lias α verfolgt," heisst es in den Begleitworten zu Blatt Balingen, „so findet man in den 6 Buchten bis Zepfenhahn ausser einer dünnen gelben Thonschicht keine Spur von Sand." Das soll wohl heissen, dass diese gelbe Thonschicht etwas sandig ist und als einzige Andeutung des Rhäts gelten kann. Wenn man aber von Rottweil über die „Rote Steig" nach Wellendingen geht, so findet man, wie auch F. Haag[1] angiebt, sobald man auf der Höhe den Wald verlässt, links an der Strassenböschung die untersten Liaskalkbänke mit ihren charakteristischen Muscheln schön aufgeschlossen und unterlagert von blaugrauen, sandigen Mergeln, die, über 2 m mächtig, nach unten gelblich werden und in die Knollenmergel übergehen. Da jede Spur

[1] F. Haag, Zur Geologie von Rottweils Umgebung.

von Fossilien fehlt, vielmehr die Leitmuscheln für den untersten Lias erst in den darüberliegenden Kalkbänken auftreten, so müssen diese Mergel wohl als rhätisch bezeichnet werden. Man hat hier also folgendes

Profil 2.

Liaskalk.

2—3 m bläuliche sandige Mergel ganz fossilleer.

Knollenmergel.

Weiter nach Norden konnte ich diese Mergel leider nicht mehr nachweisen, da ich in ihrem Horizont keinen weiteren Aufschluss fand, bis ich, von Zepfenhahn kommend, die Strasse Neukirch—Schömberg überschritten hatte und mich im Gebiet des Sandsteins befand. Dass dies der Fall, zeigten die in Masse im Thal herumliegenden Blöcke sofort, die ganz Farbe und Korn des Nürtinger Rhätsandsteins hatten. Etwaige Zweifel hätten die darin vorkommenden Muscheln vollends ganz genommen, denn ich fand *Gervillia praecursor* und *Avicula contorta*, die nach den Begleitworten zur Karte erst bei Zimmern unter der Burg vorkommen soll, schon gleich beim Hinabsteigen gegen den Thalhof. Anstehende Sandsteinbänke sieht man auf der Höhe, aber die Grenze nach oben und nach unten und besonders das hier vorkommende Bonebed sind gegenwärtig nicht aufgeschlossen. Auch die übrigen berühmten Fundplätze für rhätische Fossilien in der Täbinger Sandbank sind augenblicklich so verschüttet, dass übersichtliche Profile aufzunehmen unmöglich ist. Ich führe deshalb eines an, welches Herr Lehrer Waidelich in den „Württembergischen Jahresheften“ vom Jahre 1901 angiebt:

Profil 3.

Psilonotenkalk.

5—10 cm Mergel.

20—30 cm Thon.

60 cm sandige Platten mit rhätischen Konchylien.

1,5 m leerer Sandstein.

Das Bonebed fand Herr Waidelich im Kättelersloch dem Sandstein eingelagert, und auf dem rechten Schlichemufer kommt es, nach den Mitteilungen von Herrn Binder aus Ebingen, gar unten als Grenze zwischen Rhät und Knollenmergel vor. Diese gehen nach den Begleitworten zur Karte auch hier nach oben in gelbe Letten

über, ehe sich die Sandsteine ausscheiden, wie es gegenwärtig auch auf dem rechten Schlichemufer zu sehen ist.

Von der Balinger Rhätsandsteinbank ist gar kein vollständiges Profil bekannt. Nach Herrn Waidelich's Veröffentlichungen und den Begleitworten zur Karte ist auf dem Sandstein das Bonebed mehr oder weniger angedeutet und dann folgt unmittelbar der Psilonotenkalk. Es sind also die gleichen Verhältnisse, wie in der Umgebung von Tübingen, wo der Rhätsandstein in zahlreichen Brüchen ausgebeutet wird und deshalb viele schöne Aufschlüsse zu sehen sind. Die Profile, wie sie bei Pfrondorf, am Einsiedel, am Kirnberg, auf der Eberhardshöhe aufgeschlossen sind, gleichen sich alle: es sind eben Sandsteinbänke, von grauen und rostgelben Mergelschnüren durchzogen und nach oben gerne schieferig werdend. Muscheln finden sich in der ganzen Gegend keine, aber für das Bonebed sind hier die berühmtesten Fundstellen; anstehend ist es gegenwärtig nur am Kirnberg aufgeschlossen. Ich führe als Typus das Profil eines der grossen Brüche an, in welchen bei Pfrondorf der Tübinger Pflasterstein gebrochen wird.

Profil 4.

Blaue Thone.

Spätige Kalkbank mit *Ammonites psilonotus* und Plagiostomen.

1 m Sandstein.

Sandiger Mergel.

2 m Sandbänke.

3 m Sandstein, oben links von Mergelschnüren durchzogen.

75 cm gelbe Letten.

Roter Knollenmergel, oben mit gelben Flecken.

Die Knollenmergel werden allmählich gelb, bleiben aber bis oben ganz fett, ohne eine Spur von Sand, so dass die darauf gebrochenen Blöcke ohne weiteres davon abgewälzt werden können. Die Sandsteine sind von Mergelschnüren durchzogen, die sich aber nach rechts auskeilen und nur noch als Sprung im Fels zu bemerken sind. Die Psilonotenbank liegt etwas diskordant oben darauf, was noch besser an der Steige Kirchentellinsfurt—Einsiedel in einem alten Steinbruch zu sehen ist, wo wir folgendes Bild haben:

Profil 5.

Psilonotenkalk.

Lockere Sandbänke und Mergelschnüre.

Auch für den Übergang zum Lias ohne Rhätsandstein finden sich in der Tübinger Gegend mehrere Profile aufgeschlossen. Ich erwähnte schon das bei der Rosenau, am Südwestabhang des Heubergs, wo ich mit etwas Nachgraben folgendes Bild erhielt:

Profil 6.

Bläuliche Thone.

30 cm spätige Kalkbank mit Psilonoten und Plagiostomen und unten deutlichem Bonebed.

5 cm rostiger Sandmergel mit kalkigen Konkretionen.

20 cm bläuliche Thone unten etwas rostig.

40 cm graue Thone mit roten Flecken, ziemlich fest und sandig.

Rote Knollenmergel oben mit schwefelgelben Flecken.

Sonst konnte ich im ganzen Gebiet zwischen Tübinger und Nürtinger Bank keinen vollständigen Aufschluss über diesen Horizont finden. Einmal, am rechten Ufer der Würm, wo deren beide Quellbäche von Altdorf und von Hildrizhausen sich vereinigen, hatte ich Gelegenheit, einen Blick unter den Schleier zu thun, der sonst durch die Vegetation gebildet wird, weil am Hang der Boden infolge eines Unwetters gerutscht war. Ich sah

Profil 7.

ca. 3 m blaugraue Thonletten mit gelben Schnüren, nach oben fest werdend.

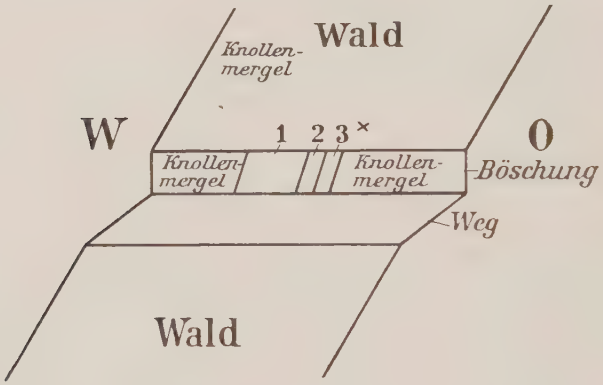
30 cm gelbe Letten.

Roter Knollenmergel oben mit gelben Flecken.

An der Strasse Weil im Schönbuch—Dettenhausen konnte ich am Rain ebenfalls den Übergang der roten Keuperletten nach oben beobachten. Kaum 5 cm über den ersten gelben Flecken kamen, nach unten scharf abgegrenzt, dunkelblaue, gleich fette Letten, die ca. $^1/_2$ m offen lagen; das Weitere war durch Humus und Grasboden verdeckt.

Ein ganz ähnlicher Rutsch wie bei Hildrizhausen zeigt unterhalb Dusslingen auf dem rechten Steinlachufer, wie der Sandstein gegen die Alb zu vertreten wird. Die Knollenmergel bekommen ganz oben gelbe Flecken und dann kommt ein 3—5 cm dicker rostgelber Mergelstreifen, dem ein ebenso dicker blauer folgt. Das Weitere ist auch hier durch Humus verdeckt, ich sah es aber bei Bodelshausen im Zusammenhang mit einer auf der Karte nicht eingetragenen Verwerfung, rechts oberhalb des Punktes, wo die Strasse Bodelshausen—Dettingen nach kurzem Verlauf im Stubensandstein wieder in die Knollenmergel eintritt. Es wurde da eben ein Waldweg den Berghang entlang gegraben, dessen obere Böschung die Schichten sehr schön durchschnitt und folgendes Bild ergab:

Profil 8.



* 1: Brauner Mergel.
2: Blauer Mergelstreifen.
3: Gelber Mergelstreifen.

Die Knollenmergel nahmen gelbe Flecken an und dann kam ein gelber und blauer Streifen, ganz wie bei Dusslingen. Auf diese folgte brauner Mergel, wie er aus den sandigen unteren Liaskalken durch Verwitterung hervorzugehen pflegt. Dann kam plötzlich wieder roter Knollenmergel, der auch in ziemlicher Höhe darüber zu sehen war. Das ganze Rhät ist also hier vertreten durch den gelben und blauen Mergelstreifen, die hier wie bei Dusslingen ganz unscheinbar sind, aber auch zu grösserer Mächtigkeit anschwellen können, wie man an der Strasse Ofterdingen—Dettingen sieht. Geht man nämlich die Strasse von Bodelshausen nach Dettingen weiter, bis sie die Knollenmergel verlässt, und biegt dann zurück, dem nördlichen

Abfall des Lias folgend, gegen Ofterdingen, so sieht man, wenn man ins Thal herabgestiegen, auf die Strasse Ofterdingen—Dettingen trifft, an dieser Keupermergel aufgeschlossen. Man erwartet, an der unteren Grenze der Knollenmergel zu sein, da man die obere viel höher verlassen hat, sieht aber bald an den gelben Flecken, dass es die obere ist; es macht sich offenbar wieder die vorhin beobachtete Verwerfung geltend. Das Profil ist wieder ganz das gleiche, nur dass die beiden das Rhät bildenden Lettenstreifen auf je 20 cm angewachsen sind.

Am besten untersucht sind die Verhältnisse im Rhätsandstein um Esslingen, wo C. Deffner in jahrelangen Studien reiche Erfahrungen darüber gesammelt und in den Begleitworten zu Blatt Kirchheim niedergelegt hat. An die dortigen Angaben muss ich mich im wesentlichen halten, da gegenwärtig recht wenig zu sehen ist. Ganz offen sind nur die berühmten Brüche am Westabhang des Steinebergs bei Nürtingen, welche folgendes Bild geben:

Profil 9.

Blaue Thone.

Spätige, stark sandige Psilonotenbank.

5—6 m Sandfels mit rhätischen Muscheln nach oben plattig.

Gelber Thon.

Interessant ist, wie rasch der kompakte Fels durch Mergelschichten ersetzt wird, denn schon einige hundert Meter davon, im Bahneinschnitt am Steineberg, ist nach Deffner das Profil folgendes:

Profil 10.

Thone.

0,4 m Psilonotenkalk.

0,8 m gelber Rhätsandstein.

2,5 m Wechsel von Thonen und Sandsteinen.

0,35 m kalkiger Sandstein.

0,70 m dunkle Thone.

0,30 m fester Kalksandstein mit rhätischen Muscheln.

0,75 m gelber Thon.

Wie auch nach Norden mit dieser Ersetzung durch Mergel die Mächtigkeit des Sandsteins abnimmt, zeigt folgendes, mir von Herrn

Professor Koken gütigst überlassenes Profil aus einem Einschnitt bei Nürtingen.

Profil 11.

N.	Thone.	S.
	Psilonotenkalk.	
	Rhät.	
	Keuperthone.	

Die Mächtigkeit des Rhäts sinkt nach Norden auf 2 m, zugleich wird der Sandstein weniger kompakt, mit häufigen Letteneinlagen, in denen Sandsteinknollen liegen.

Das Bonebed fehlt am Steineberg vollständig, ist aber ganz in der Nähe, am Teufelsbrückle bei Haardt 6 mm mächtig vorhanden und liegt dort direkt unter dem Psilonotenkalk. Im Klingenbach bei Wolfschlugen aber finden sich Fischschuppen an der unteren Grenze des Sandsteins, wie auf dem rechten Schlichemufer bei Täbingen und nach Brauns überall in Norddeutschland. Bei der Nellinger Mühle endlich findet sich über einem reichen Bonebed noch ein 40 cm mächtiger Sandstein mit rhätischen Konchylien, über dem erst der Psilonotenkalk folgt. Dieser Typus findet sich nach Deffner $1^1/_2$ Quadratmeilen um Esslingen, also fast auf der ganzen östlichen Sandbank. Aus all dem geht hervor, dass der Name Grenzbreccie, den Plieninger dem Bonebed gegeben hat, wenig Berechtigung hat und dass der Grund Endlich's[1] ganz hinfällig ist, wenn dieser das Bonebed deshalb zum Keuper zieht, damit man als Abschluss der Trias eine markante Schicht habe, umsomehr, als dieses auch praktisch für die Grenzbestimmung nicht taugt, weil es viel zu selten deutlich entwickelt ist.

Geht man von Esslingen weiter nach Osten, so hören ungefähr jenseits des Meridians von Reichenbach an der Fils die Sandsteine wieder auf und es finden sich Profile, wie Deffner in den alten

[1] Endlich, Das Bonebed Württembergs.

Begleitworten zu Blatt Kirchheim vom Jahre 1872 eines angiebt, vom Sonterbach bei Wäschenbeuren:

Profil 12.

Psilonotenkalk.

0,45 m blauschwarze Thone mit *Cidaris psilonoti.*

0,8 m helle blaugraue Letten gegen unten durch feste graue Letten übergehend in

Rote Keupermergel.

Deffner erklärt das Auskeilen des Rhätsandsteines gegen den Schurwald für wesentlich verschieden von den anderen Lücken zwischen seinen Verbreitungsgebieten. Allein das Profil vom Sonterbach entspricht doch ganz dem hier von Trossingen angeführten und auf Blatt Ellenberg treten die Sandsteine auch wieder auf. Die Deffner'sche Ansicht, dass der Reichenbacher Meridian die Linie eines alten kontinentalen Strandes sei, hat so wie so wenig für sich. Welches Gestein sollte denn die Küste gebildet haben? Etwa der Knollenmergel? Und wo sind denn auf dem Schurwald Anzeichen von Erosion im oberen Keuper? Deffner widerspricht sich auch selbst, indem er an anderer Stelle das Gebiet östlich dieses Meridians als die Region des tieferen Wassers erklärt wegen der Thonablagerungen; das dürfte mehr Wahrscheinliches an sich haben.

Ich fand im Schurwald und Welzheimer Wald die untere Liasgrenze mehrfach aufgeschlossen, aber meist nur in Bachrissen, wo eben kleine Teile durch Wegräumen des Schutts blossgelegt werden konnten. Bei Büchenbronn, nördlich von Ebersbach an der Fils, deckte ich an einem Rain bei der Strasse, welche vom Kirnbachthal nach Büchenbronn führt, einiges auf. Über den Knollenmergeln lagen blaugraue Letten, deren obere Grenze ich nicht erreichte, und im Gehängeschutt lagen Stücke jener porphyrähnlichen Kalkbank, wie sie Engel[1] von Unterböbingen erwähnt. Beim Weg Adelberg—Oberberken ist diese in der Klinge des Einsiedlerbachs sehr schön aufgeschlossen und man hat dort folgendes Profil:

Profil 13.

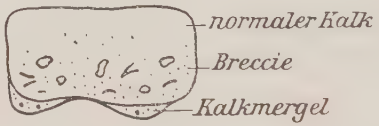
Blaue feste Thone.

Porphyrartige Kalkbank.

Knollenmergel oben mit weissen Adern und Knollen.

[1] Engel, Geognostischer Wegweiser. 1883, S. 76.

Von bläulichen Letten ist hier gar nichts zu sehen über den Knollenmergeln und diese zeigen bis oben keine Spur von Gelb, sondern schliessen mit einer Knollenbank ab. Sehr leicht möglich ist aber, dass die weichen Letten vom Bach herausgewaschen worden sind und ursprünglich doch da waren; ein dünner Belag von grauem Mergel unten an der brecciösen Kalkbank scheint wenigstens dafür zu sprechen, doch hat dieser eher die Farbe, wie sie sich oft bei Adern im Knollenmergel findet. Die porphyrartige Kalkbank ist nicht in ihrer ganzen Höhe gleichmässig beschaffen, sondern oben ganz normaler Kalk und erst unten so brecciös. Ganz unten geht sie teilweise in ein lockeres Konglomerat aus hellbraunem Kalkmergel über, das aber noch so fest ist, dass es mit dem ganzen Stück beim Klopfen abspringt.



Die Bestandteile sind dermassen deformiert, dass sie nicht mehr bestimmt werden können, doch scheinen Spuren von Zähnchen da zu sein und einige liasische Plagiostomen-Bruchstücke sind sicher zu erkennen. Der ganze Charakter der Bank stellt sie dem Bonebed sehr nahe. Ich fand sie noch einmal westlich von Welzheim in der Schlucht zwischen dem Taubenhof und Langenberg, hier unterlagert von blaugrauen Letten.

Dass diese für gewöhnlich auf dem Knollenmergel liegen, fand ich noch an zahlreichen Orten bestätigt, und zwar auf dem Schurwald in der Schlucht südlich von Unterberken, bei der Zahl 1688 und südwestlich hievon in der Klinge, mit der das Nassachthal beginnt. Auf dem Welzheimer Wald finden sich kleine Aufschlüsse darüber östlich von Welzheim bei der unteren Mühle und an der Strasse Pfahlbronn—Lorch südöstlich von Bruck. Die Mächtigkeit der Mergel hätte ich nirgends bestimmen können, wenn nicht an einer im Bau begriffenen Strasse von Brend nach Alfdorf, südlich der Leineckmühle, der ganze Horizont prächtig aufgeschlossen worden wäre. Ich sah dort

Profil 14.

Angulatensandstein-Bänke.

2 m Schieferthon.

40 cm harte Kalkbänke.

20 cm schwarze, schieferige Kalke, mit vielen Schalen, Quarzkörnern, Schwefelkies, Fischschuppen und Zähnchen.

40 cm blaugraue Thonschiefer („Pappendeckelschicht“).

Unterste feste, grauschwarze Bank: 15 cm kompakter Kalk, nach unten übergehend in 15 „ schwarzer Schieferkalk nach unten ganz allmählich übergehend in

1 cm rostgelbe, sandige Schicht.

80 cm feste graublaue Letten, oben sandig.

25 cm hellere Letten, mit roten Flecken.

Roter Knollenmergel.

Über den roten Mergeln, die oben viele Knollen haben, folgen helle, graue Letten mit einem Stich ins Gelbliche, mit denen aber die rote Farbe noch nicht ganz verschwunden ist, denn es finden sich oft 10 cm hohe rote Flecken darin. Nach oben wird die Farbe ein wenig dunkler und die Letten fester, ganz oben nehmen sie etwas Sand auf und gehen schliesslich ganz allmählich durch einen rostgelben Sandstreifen in schwarze Kalkschiefer über, die sich als 1. feste Bank ausscheiden und nach oben in festen Kalk übergehen. Ich fand darin Reste eines Ammoniten, die aber zur Bestimmung nicht ausreichen. Durch dünne Schiefer davon getrennt kommen dann eigentümliche schwarze Schieferkalke, die teilweise nur ein Konglomerat von Quarzkörnern darstellen, wie man sie im Bonebed findet. An dieses erinnern auch die verschiedenen Fischschuppen und Zähnchen und Schalentrümmer, die sich darin finden. Das Bindemittel ist Kalk und viel Schwefelkies.

Hiemit wäre also das Material gesammelt, welches beigebracht werden kann für die Entscheidung der Frage, ob unser Rhät besser zur Trias oder zum Lias gezogen wird. Was zunächst seine Beziehungen nach unten, zum Knollenmergel anlangt, so hat in der letzten Zeit Herr Professor Koken den Gedanken angeregt, dass das

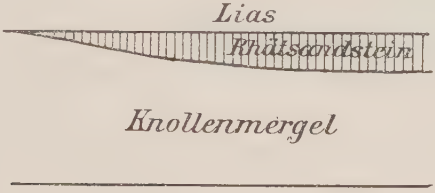
Rhät eine Vertretung des Knollenmergels sei. Verschiedene Gesichtspunkte können dazu führen. Einmal die Verhältnisse in Mitteldeutschland, wo nach Thürach[1] im nördlichen Thüringen die *Zanclodon*-Letten nebst dem oberen Burgsandstein fehlen. Eine Diskordanz zwischen Gipskeuper und Rhät ist aber nirgends zu bemerken, also muss das Fehlende in einem dieser beiden enthalten sein. Dass es im Rhät zu suchen ist, dafür spricht nur die Bemerkung v. Strombeck's in seinem Aufsatz über den oberen Keuper bei Braunschweig, dass die Schieferthone, welche dort im mittleren und oberen Rhät oft vorwalten, an mehreren Stellen mit einer 2 Fuss mächtigen, lebhaft roten, hin und wieder ins Violette überspielenden Thonschicht beginnen. Wenn man aber auch auf die Ansicht kommt, dass in Norddeutschland das Rhät unsere Knollenmergel vertritt, so wäre dadurch die Schwierigkeit noch nicht gelöst, die darin liegt, dass man dort nach Thürach's Ansicht sonst kein Äquivalent für unsere *Zanclodon*-Letten kennt. Denn überall ist bei uns das Rhät von solchen unterlagert, kann also nur einen Teil von ihnen vertreten und für den anderen müsste man in Norddeutschland dann doch wieder nach einem Äquivalent ausserhalb des Rhäts suchen, wo keines zu finden sein soll. Wenn man also nicht dem norddeutschen Rhät einen anderen Umfang zuschreiben will, als dem unseren, so muss man sich doch im Gipskeuper nach Schichten umsehen, welche den Knollenmergeln gleichgestellt werden können, und Tornquist[2] hat dies mit Erfolg gethan. Er erklärt, dass die von Thürach als fehlend angenommenen Horizonte im nordthüringischen Gebiet in bezeichnender Ausbildung vorhanden sind und weist an vielen Stellen über dem oberen Burgsandstein eine Folge violetter und grüner Mergel nach, welche eine Anzahl heller dolomitischer Steinmergelbänke enthalten, die mit den aus Franken in den roten *Zanclodon*-Letten beschriebenen „Bänken von hellgelblichgrauem, dolomitischem Kalkstein" eine gewisse Ähnlichkeit zeigen. Auch Brauns spricht sich in diesem Sinne aus, indem er auf S. 22 seines Werkes über den Unterjura anführt, dass über den obersten Sandsteinen noch einige schwache Schichten bunter, meist dunkelroter Mergel folgt, die sich mit Dolomit und dolomitischen Mergeln verbinden und eine Zone von etwa 13 m Mächtigkeit ausfüllen, welche diejenige der über dem schwäbischen Stubensandstein lagernden Keupermergel

[1] Thürach, Gliederung des Keupers im nördlichen Franken. Geogn. Jahreshefte I u. II.

[2] Tornquist, Der Gipskeuper in der Umgebung von Göttingen, S. 33 u. 34.

fast erreicht. Brauns weist auch auf v. Strombeck[1] hin, der sagt: „Der Unterschied in diesem Horizont zwischen Württemberg und Braunschweig beschränkt sich darauf, dass die Württemberger roten Thone, dort 50—80 Fuss mächtig, in Braunschweig nur angedeutet sind.“

So drängen also die norddeutschen Verhältnisse nicht zur Annahme einer Vertretung des Rhäts durch Knollenmergel; bei uns scheint ein Profil besonders dafür zu sprechen, nämlich der Durchschnitt zwischen den beiden geologischen Hämmern am Südabhang des Heubergs nördlich von Tübingen, den schon Quenstedt in seinen „geologischen Ausflügen“ ganz richtig angiebt. Am östlichen ist Rhätsandstein vorhanden, am westlichen fehlt er. Die Schichten fallen von diesem bis zum östlichen 7—8 m, an letzterem liegt aber der Rhätanfang 10 m tiefer, als an ersterem der Liasanfang, wie ich durch barometrische Messungen fand. Die 2—3 m, welche also der östliche Punkt ursprünglich tiefer lag, entsprechen aber ungefähr der Mächtigkeit des Rhätsandsteins dort, so dass wir ein Bild bekommen, welches für dessen Vertretung durch die obersten Knollenmergel beweisend zu sein scheint.



Ich habe sämtliche Punkte in Württemberg aufgesucht, wo sich nach der Karte der Rhätsandstein auskeilen soll. Wohl sah ich, besonders bei Baltmannsweiler auf dem Schurwald, auf den Meter, wie sich die Terrainkante, welche durch ihn hervorgerufen wird, verliert, aber ein Aufschluss, der ein besonderer Glücksfund wäre, weil jene Schichten praktisch nirgends ausgebeutet werden, kam mir nie zu Gesicht. Profil 11 reicht nicht ganz bis an den kritischen Punkt und würde nur dann für eine Vertretung sprechen, wenn die gegen Norden auftretenden Letteneinlagen rot wären. Da dies aber nicht der Fall ist, so spricht es, wie viele andere Erwägungen, eher dagegen. Dass im Knollenmergel noch nie rhätische

[1] v. Strombeck, Bd. IV d. Zeitschr. d. d. geolog. Ges. S. 73.

Fossilien gefunden worden sind, beweist natürlich nicht viel gegen die Annahme einer Vertretung, da ja in diesen Schichten die Fossilführung so lokalisiert ist, dass nur das Vorkommen der Petrefakten, nicht aber ihr Fehlen beweiskräftig sein kann. Es sind aber andere Gründe, welche gegen eine solche Vertretung sprechen. Zunächst erscheint es überhaupt unerklärlich, wie von der so charakteristischen Farbe der Knollenmergel gar nichts in den vertretenden Rhätsandstein gekommen sein sollte, sondern dieser in ganz unmittelbarer Nähe der Mergelfacies, wie z. B. am Steineberg, wenige Meter von der Rosenau entfernt, rein gelblich gefärbt sein könnte. Überall, ob Rhätsandstein vorhanden ist oder nicht, finden sich aber im obersten Knollenmergel gelbe Flecken, die sich, besonders wenn Sandstein folgt, zu einer bis zu 75 cm mächtigen gelben Thonbank zusammenschliessen können. Weil diese gelben Flecken einen ganz konstanten Horizont bilden, und zwar den obersten des Knollenmergels, so muss mit Notwendigkeit geschlossen werden, dass alles, was über ihnen liegt, eine jüngere Ablagerung ist, als der Knollenmergel. Der Rhätsandstein liegt aber stets darüber und kann somit unmöglich als Vertretung des Knollenmergels angesprochen werden. Vielmehr scheint mir das Auftreten der gelben Farbe eben durch das Hereinbrechen des Meeres hervorgerufen zu sein, welches im Rhät mit seinen Meeresfossilien seine erste Ablagerung hat. Mögen nämlich die roten Mergel eine terrestrische oder eine limnische Bildung sein, jedenfalls könnte das färbende Eisenoxydhydrat durch die Salze, welche das Meer nun neu hinzuführte, allmählich in gelbe Verbindungen übergeführt worden sein, was durch freie Salzsäure, wie der Versuch zeigt, in kürzerer Zeit bewerkstelligt werden kann. Die Unebenheiten des Meeresbodens, wie ich sie am Anfang für nötig fand anzunehmen, waren um diese Zeit schon vorhanden, und die Strömungen am Rande des Rhätmeeres nahmen ihren Weg in den Vertiefungen, diese frei haltend von sandigen Ablagerungen. So können die Bilder zustande gekommen sein, wie ich sie von Steineberg—Rosenau und Dreispitz—Zeitungseiche angegeben habe.

Das Profil vom Heuberg, welches für eine Vertretung des Knollenmergels durch den Rhätsandstein zu sprechen schien, lässt sich auch ganz einfach erklären, wenn man sich ein Bild jenes Ortes zur Rhätzeit rekonstruiert. Man hatte da sozusagen ein Thal, welches sich zwischen Steineberg und Heuberg in die Tübinger Sandbank hineinzog und frei von Sand blieb; an den Thalwänden, von denen ich die nördliche hier anzeichne, reichte der Sand bis zu einer be-

stimmten Linie herab, und wenn man annimmt, dass diese sich gegen Osten etwas senkte, so muss ein Längsschnitt, wie ihn jetzt die Erosion geschaffen hat, unter einem kleinen Winkel gegen diese alte Thalwand geneigt, natürlich jenes täuschende Bild geben:

Ein Querschnitt durch das Thal, wie z. B. der vom Steineberg her (s. o.), giebt das richtige Bild, welches deutlich die Überlagerung des Rhätsandsteins über den Knollenmergel zeigt.

Die Vertretung des Rhätsandsteins durch Knollenmergel ist also abzulehnen; durch etwas muss er aber doch in den grossen Gebieten, wo er fehlt, vertreten sein, denn es ist wohl kaum anzunehmen, dass dort überall während der betreffenden Zeit gar nichts abgelagert wurde. Das Rhät besteht ja aus Thonen und Sanden, von denen sich in Norddeutschland meist mehrere Bänke zusammen vorfinden. Pflücker y Rico giebt in einem Brief an Herrn Eck[1] ein typisches Profil von Deitersen:

2 m dunkle, blättrige Thone.
20—24 „ gelber thoniger Sandstein.
6 „ blättrige Schieferthone.
14 „ gelber thoniger Sandstein mit dünnen Einlagerungen von Schieferthonen; dicht unter den Keupermergeln Bonebed.

Diese 4 petrographisch geschiedenen Abteilungen — paläontologisch nach Brauns nicht zu trennen, wozu Pflücker[2] den Versuch gemacht hat — wechseln in ihrer Mächtigkeit so sehr, dass die Annahme von Brauns, sie vertreten sich oft gegenseitig, sehr wahrscheinlich ist. Schon bei Langenbrücken finden sich nach Deffner und Fraas nur noch 2 davon gut entwickelt, unten der Bonebedsandstein und oben die Bonebedthone, und bei uns ist ja meist nur noch der Sandstein in stärkerer Ausbildung vorhanden. Überall sind aber auch Thone und Mergel vorhanden, und es ist nach Ana-

[1] Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1869, S. 238.
[2] Pflücker y Rico, Das Rhät in der Umgebung von Göttingen.

logie mit dem Vorhergehenden wahrscheinlich, dass diese an den Orten, wo der Sandstein ganz fehlt, ihn vertreten. Wir sehen ja im Profil von Pfrondorf, wie zwischen den kompakten Sandsteinen ein Mergelstreifen beginnt und an Dicke zunimmt. Aus Profil 9, 10 und 11, von Nürtingen, ersieht man, wie rasch der Sandstein durch diese Letteneinlagen zersetzt wird, und nach Deffner ist er ja meist oben und unten von solchen eingeschlossen. Warum sollte man also nicht annehmen, dass er an anderen Orten ganz durch sie verdrängt wird? Wenn da diese Letten auch meist von sehr geringer Mächtigkeit sind, so entspricht dies ganz den sonstigen Beobachtungen, dass in der gleichen Zeit viel mehr Sand abgelagert wird als thonige Substanz. Dass sie übrigens auch zu ganz beträchtlicher Stärke anschwellen können, das beweisen die Profile von Hildrizhausen und von der „Roten Steig“ bei Rottweil.

Eine Vergleichung des Profils von der Eberhardshöhe mit dem vom „Roten Graben“ bei der Rosenau liefert vollends einen ziemlich sicheren Beweis, dass die an letzterem Ort unter dem Psilonotenkalk liegenden Mergel die Vertretung des Rhätsandsteins sind. Auf der Eberhardshöhe und überall, wo der Lias auf Rhätsandstein liegt, findet sich als 1. Liasbank eine stark-spätige Kalkbank mit zahlreichen, sehr kleinen Muscheltrümmern, abgerollten Quarzkörnern und wohlerhaltenen Plagiostomen. Sie ist ganz charakteristisch und bezeichnet den Horizont mit Sicherheit, wenn man, was oft vorkommt, im Zweifel ist, ob der anstehende Sandfels rhätisch ist oder liasisch. Engel schreibt in den „Württ. Jahresheften 1899“ [1] von Nürtingen, die Bank sei dort sandig entwickelt und nur durch ihre Einschlüsse als Psilonotenhorizont zu erkennen. Allerdings ist sie dort etwas sandiger als in der Tübinger Gegend, aber sie hebt sich doch sowohl vom Rhät- als vom Angulatensandstein scharf ab durch eben die konglomeratische Beschaffenheit und vornehmlich durch ihre unregelmässige vertikale Bruchfläche, welche bei den beiden anderen Sandsteinen immer scharfkantig gegen die horizontale Lagerungsfläche und ganz eben ist. Die Mächtigkeit der untersten Liasbank beträgt um Tübingen nur 20—40 cm, und dann folgen stets blaugraue Thone. Diese Verhältnisse finden sich nun ganz typisch im „Roten Graben“, wo kein Rhätsandstein vorkommt, so dass man die 65 cm Thone über den roten Knollenmergeln unbedingt mit dem Rhätsandstein der Eberhardshöhe zu parallelisieren hat.

[1] Engel, Zwei wieder eröffnete Fundplätze für die Grenzschichten der schwäbischen Trias- und Liasformation. Württemberg. Jahreshefte 1899.

Roter Graben.	Eberhardshöhe.
Blaue Thone	
Spätige Kalkbank.	Spätige Kalkbank.
65 cm blaugraue Thone.	3 m Rhätsandstein.
Knollenmergel.	Knollenmergel.

Das Vorkommen eines Bonebeds über den grauen Thonen im „Roten Graben“ ist vollends beweisend für ihre rhätische Stellung, da dies ja in der dortigen Gegend nur über dem Rhät vorkommt und aus demselben Grund können auch die Trossinger Thone für rhätisch erklärt werden. Für die anderen Thone von der „Roten Steig“, Dusslingen, Bodelshausen, Hildrizhausen, Schur- und Welzheimer Wald darf ich dann wohl den Analogieschluss ziehen.

Es fragt sich nun, zeigen diese als rhätisch erkannten Mergel mehr Anschluss an den Lias oder an den Keuper? In Norddeutschland sind in petrographischer Hinsicht die Autoren alle für Lias: v. Strombeck erklärt versteinerungsleere graublaue Thone, die in Braunschweig zwischen Rhätsandstein und Cardinienschichten liegen, für unzweifelhaft liasisch, da mit ihnen völlig gleiche Schichten über den Cardinienbänken vorkommen. v. Schauroth[1] sagt in einem Brief an Herrn Beyrich, der Sandstein bei Veitlahm schliesse sich durch seine gelbliche Färbung und die eingelagerten Thonschichten den sich gleich über ihm einstellenden Thonen und feinkörnigen Sandschichten des Lias an. Pflücker y Rico schreibt in seinem Brief an Herrn Eck: „Der Aufschluss (bei Deitersen) bietet Gelegenheit zu beobachten, wie der Übergang des Rhäts zum Lias in petrographischer Hinsicht ein unmerklicher, zum Keuper hingegen durch die Erscheinung der bunten Mergel ein ziemlich scharf abgegrenzter ist,“ und ebenso spricht sich Credner[2] aus. Brauns dagegen giebt zwar zu, dass die blosse Stratigraphie gegen die triasische Stellung des Rhäts sprechen könne, da die eigentlichen Keupermergel an der unteren Grenze der Schichten mit *Avicula contorta* aufhören und sich deren Sandsteine mit thonigen Zwischenlagen in die Liasbildungen hinauf fortsetzen; eine schroffe Trennung aber, meint er, finde auch

[1] H. v. Schauroth an H. Beyrich: Zeitschr. d. d. geolog. Ges. Bd. IV, S. 541 ff.

[2] H. Credner, Die Grenzgebilde zwischen dem Keuper und Lias bei Gotha etc. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1860, S. 293.

nach unten hin nicht statt, wie das Vorkommen von Sandsteinen im oberen Teile der Keupermergelzone beweise. Dafür spricht auch die Notiz v. Strombeck's, dass oft in den oberen Keupermergeln ein Wechsel von bunten Mergeln und dünnen Sandsteinschichten auftrete, die sich sehr nahe an die rhätischen anschliessen.

Die Verhältnisse bei uns führen ganz auf die gleiche Ansicht: petrographisch steht das Rhät durch seine Thone dem Lias sehr nahe. Wer die bläulichen Mergel unter der 1. Kalkbank vom Profil 6 sieht, wird sie unbedingt für liasisch erklären, denn sie haben genau dieselbe Farbe und Zusammensetzung wie die über der 1. Liaskalkbank. Von den Knollenmergeln sind sie aber auch nicht ganz scharf geschieden, wie die roten Flecken beweisen, die in ihrer unteren Hälfte vorkommen und sich ganz allmählich verlieren. Dies zeigt sich auch im Profil 14, von Alfdorf, wo noch starke Spuren der roten Farbe im unteren grauen Mergel vorkommen, aber der Übergang zum Liaskalk ist dort doch noch ein viel sanfterer. Im Profil 1, von Trossingen, zeigen die blauen Thone unter der Psilonotenbank ja *Pentacrinus psilonoti*, ein sicher liasisches Fossil, woraus hervorgeht, dass auch in paläontologischer Hinsicht eine scharfe Grenze gegen den Lias nicht zu ziehen ist, wie auch Profil 12, vom Sonterbach bei Wäschenbeuren, beweist, wo die rhätischen Thone oben *Cidaris psilonoti* führen. Wenn also hier eine Grenze zwischen 2 Formationen zu ziehen ist, so muss diese weitaus eher unter den rhätischen Thonen, als über ihnen gelegt werden. Ich bin sogar geneigt, wie schon in den alten Begleitworten zu Blatt Kirchheim angeregt ist, den gelben Thon über dem Knollenmergel noch zum Rhät zu ziehen, weil, wie ich oben gezeigt, der Übergang zum Gelb sehr leicht den Einbruch des Meereswassers und damit der neuen Zeit bedeuten kann. Auch ist sein Vorkommen von der Ausbildung des Rhäts abhängig, indem er besonders unter dem Sandstein auftritt.

Nachdem nun klargelegt, dass erstens die bläulichen Mergel unter dem Psilonotenkalk den Rhätsandstein vertreten und zweitens, dass diese vom Lias unmöglich abzutrennen sind, so muss natürlich die Konsequenz gezogen und die rhätische Bildung überhaupt dem Lias angegliedert werden. Dass hiezu wirklich Grund vorhanden ist, zeigen auch die Beobachtungen über das Bonebed.

Dieses Konglomerat von Zähnen, Schuppen, kleinen Knochenstücken und Koprolithen hat von jeher das Nachdenken der Forscher angeregt, ohne dass es gelungen wäre, seine Entstehung einwandfrei zu erklären. Man hat bisher zu wenig beachtet, dass es kein

konstanter Horizont ist, obgleich allgemein bekannt war, dass in dem grossen Gebiet $1^1/_2$ Quadratmeilen um Esslingen noch einmal Rhätsandstein mit dessen Leitfossilien darüber folgt und dass es überall in Norddeutschland, wie bei uns am Klingenbach bei Wolfschlugen und auf dem rechten Schlichemufer bei Täbingen, den untersten Horizont des Rhäts einhält. Diese Thatsachen zwingen unbedingt dazu, in diesen Gegenden das Bonebed zum Rhät zu ziehen, anders aber liegen die Verhältnisse um Tübingen, wie am Bonebed vom Kirnberg zu sehen ist. Dies ist etwa 10 cm mächtig und fällt in den Stücken, welche schon länger am Tag liegen, leicht auseinander, weil das Bindemittel verwittert ist. Dringt man aber etwas in das Innere vor, so zeigt es sich sehr hart und durch spätigen Kalk verbunden; ja, wenn nicht einzelne Koprolithen und Zähne es als Bonebed kennzeichnen würden, so würde man es für dieselbe spätige Kalkbank halten, mit welcher an anderen Orten der Lias beginnt. Ich habe direkt nebeneinander folgende Übergänge beobachtet:

Gewöhnlicher Liaskalk.

Spätiger Kalk. Bonebed. — 10 cm kalkiges Bonebed.

Leerer Rhätsandstein.

Der spätige Kalk mit seinen Muscheltrümmerchen scheint also das Bonebed zu vertreten, und da sich in ihm schon liasische Plagiostomen finden, so ist dieses Bonebed zum Lias zu ziehen. Ganz Ähnliches fand ich bei Profil 6, wo der Sandstein fehlt. Der Lias beginnt hier ja auch mit der spätigen Kalkbank und diese zeigt unten überall eine Andeutung des Bonebeds. Dass dieses aber liasisch ist, zeigt das Mitvorkommen von Plagiostomen im selben Stück, wo unten die Zähnchen zu finden sind; gleich daneben ist die ganze Kalkbank von Zähnen durchsetzt und somit überhaupt als Bonebed zu bezeichnen. Wer diesen Bonebedkalk dort in situ über den Mergeln sieht, dem wird es selbstverständlich erscheinen, ihn, wie es die Engländer mit ihrem Bonebed von jeher thaten, zum Lias zu ziehen, selbst wenn keine Muscheln darin vorkommen würden. Es war schon Quenstedt bekannt, dass Bonebedpetrefakten in Kalk eingebettet vorkommen und sein Schüler Endlich erwähnt dies auch von Bebenhausen. Quenstedt ging aber mit dem Bemerken darüber hinweg, es können dies vom Meere wieder aufgerührte Sachen sein, die erst später ihre Ruhe fanden. Wenn aber an 3 Orten, Kirn-

berg, Wanne, Bebenhausen, die ganze Schicht kalkig erscheint und nicht nur einzelne Stücke oben im Kalk liegen, so ist es doch näherliegend, anzunehmen, dass die Sachen ursprünglich in Kalk gebettet wurden. Wegen der grossen Ähnlichkeit dieses Kalkes mit der spätigen Kalkbank, welche sonst auf dem Rhät liegt und des beobachteten Übergangs in diese, welche durch ihre Einschlüsse als liasisch erkannt ist, möchte ich das Bonebed der Tübinger Gegend zum Lias ziehen. Vollends beweisend hiefür sind die liasischen Fossilien, welche Rolle auf der Waldhäuser Höhe gefunden hat (s. Nachtrag).

Wenn man die Ansicht von E. Fraas[1] teilt, dass das Bonebed der Kirchhof der Wirbeltierfauna des Keupers sei, welche durch ein katastrophenartiges Einbrechen des Jurameeres über unser Binnenseegebiet plötzlich vernichtet wurde, so muss man, da nach dem Einbrechen dieses „Jurameeres", wie das Profil Nellingen zeigt, nochmals Sandstein mit rhätischen Fossilien abgelagert wurde, diesen konsequenterweise zum Jura ziehen. Der Umstand aber, dass das Bonebed überhaupt keinen Horizont einhält, nimmt der Annahme viel von ihrem Bestechenden. Die Thatsache jedoch, dass das Rhät in seiner ganzen Höhe von Bonebedlagen durchzogen ist, lässt die Bonebedbildung als etwas für die Rhätzeit Charakteristisches erscheinen. Dadurch, dass sie sich nun so in den Lias hinüberzieht, werde ich in meiner Ansicht bestärkt, das Rhät nicht von diesem zu trennen. Da aber anderseits auch Anschlüsse an die Trias nicht abzuweisen sind, wird es besser sein, sich damit zu begnügen, die Selbständigkeit des Rhäts gegenüber beiden Formationen schärfer zu betonen, als dies besonders in neuester Zeit gewöhnlich geschieht.

Nachtrag.

Nach Abschluss dieser Untersuchung wurde durch die Grabungen am Waldhäuser Exerzierplatz das Bonebed wieder aufgedeckt. In den meisten dort gesammelten Stücken finden sich nun liasische Cardinien und Plagiostomen mit den Zähnen und Schuppen etc. des Bonebeds in einem Stück, wodurch die Angaben Rolle's (l. c.) volle Bestätigung finden.

Auch das von Pompeckj erwähnte Exemplar eines *Psiloceras*, das Quenstedt im Bonebed gefunden hat, kam in der Tübinger Sammlung wieder zum Vorschein und ist, wenn es auch, wie Pompeckj

[1] Fraas, Bildung der germanischen Trias. Württemberg. Jahreshefte 1899.

sagt, nähere Bestimmung nicht zulässt, doch zweifellos ein *Psiloceras*, also liasisch.

Ausserdem wurde in der letzten Zeit am Birkengehren bei Esslingen, jenem alten Fundplatz für rhätische Fossilien, wieder ein Steinbruch eröffnet und ergab folgendes Profil:

Blaue Thone

Sandiger Psilonotenkalk.

Kalkiges Bonebed, nach oben und mehrmals seitlich übergehend in gewöhnlichen Liaskalk.

30 cm Sandstein, die oberen 10 cm plattig, mit kleinen rhätischen Konchylien. Unten sandiges Bonebed mit Zähnen, Koprolithen. Schuppen und rhätischen Muscheln.

25 cm dunkelblaue Letten.

Erschlossen 1,20 m Sandstein.

Verzeichnis der erwähnten Litteratur.

v. Alberti: Monographie. 1832.

Brauns: Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland. 1871.

Credner: Die Grenzgebilde zwischen Keuper und Lias etc. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1860.

Deffner u. Fraas: Die Juraversenkung von Langenbrücken. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1859.

Endlich: Das Bonebed Württembergs.

Engel: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg.

Derselbe: 2 wieder eröffnete Fundplätze für die Grenzschichten der schwäbischen Trias- und Liasformation. Württemberg. Jahreshefte 1899.

Fraas: Die Bildung der germanischen Trias. Württemberg. Jahreshefte 1899

Geognostische Karte von Württemberg (1 : 50 000):

1. Blatt Balingen, mit Begleitworten von Prof. Dr. v. Quenstedt.
2. „ Böblingen, mit Begleitworten von Prof. E. Fraas.
3. „ Gmünd.
4. „ Horb.
5. „ Kirchheim mit Begleitworten von C. Deffner, 1872, und mit Begleitworten von E. Fraas, 1898.
6. „ Stuttgart.
7. „ Tübingen.
8. „ Waiblingen.

Haag, F.: Zur Geologie von Rottweils Umgebung. Programm des Kgl. Gymnasiums in Rottweil. 1897.

Oppel: Die neueren Untersuchungen über die Zone der *Avicula contorta*. Württemberg. Jahreshefte 1859.

Oppel u. Suess: Über die mutmasslichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1856.
Pflücker y Rico: Das Rhät in der Umgegend von Göttingen.
Derselbe: Brief an H. Eck, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1869.
Pompeckj: Ammoniten des Rhät. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1895. II.
Quenstedt: Das Flözgebirge Württembergs.
Derselbe: Geologische Ausflüge.
Derselbe: Der Jura.
Rolle: Über einige an der Grenze von Keuper und Lias in Schwaben auftretende Versteinerungen. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1857. Bd. XXVI.
v. Schauroth: An Herrn Beyrich. Zeitschrift d. d. geol. Ges. Bd. IV.
v. Strombeck: Über den oberen Keuper etc. der Gegend von Braunschweig. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1852.
v. Thürach, Gliederung des Keupers im nördlichen Franken. Geogn. Jahresh. I u. II.
Tornquist: Der Gipskeuper in der Umgebung von Göttingen.
Waidelich, Einiges über die Keuper-Lias-Grenze in der Balinger Gegend. Württemberg. Jahreshefte 1901.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Koken, an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die immerwährende Anregung und Förderung, die er mir bei dieser Arbeit zu teil werden liess.